

## TITLE OF THE INVENTION

COST ESTIMATION METHOD, COST ESTIMATION APPARATUS, PRODUCT MANUFACTURING  
ESTIMATION METHOD AND PRODUCT MANUFACTURING ESTIMATION APPARATUS  
CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is based upon and claims the benefit of  
priority from the prior Japanese Patent Applications No. 2000-353234,  
November 20, 2000, the entire contents of which are incorporated herein  
by reference.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### 1. Field of the Invention

本発明は、製品を製造するときの工数の見積りを行なう工数見積り方法及びその装置並びに製品製造の見積り方法及びその装置に関する。

### 2. Description of the Background Art

製品の製造工程は、ワークに対して加工作業や組立作業を行なう各工程がある。製品は、これら工程を経て製造される。この製造工程に対する工数の見積りが行われる。又、ワークを加工するとき、ワークを組み立てるときにも、それぞれ工数の見積りが行われる。

この工数見積りは、見積り計算式を用いて求められる。この見積り計算式は、見積り要素の値と工数の原単位 (physical unit) 値とを四則演算子により表記している。

見積り要素は、製造工程を決める際に必要とされる要素項目を記述したものである。この見積り要素は、製品の2次元図面を見ながら抽出される。この見積り要素は、例えば外形寸法 (長さ、幅)、曲げ形状、穴形状、板厚、材質などである。

又、板金加工の場合には、2次元図面を見ながら抜き、曲げ形状、溶接、塗装等を判断し、これらから見積りに必要な要素、例えば溶接長さ、脚長、材質、仕上り精度などの値及びコメントを抽出する。

工数原単位値は、見積り計算時に参照する工数の原単位値を示す。この工数原単位値は、原単位表に表記されている。この原単位表は、原単位を決定する要素

項目の種類に応じて $n$ 次元 ( $n: 1, 2, 3, \dots$ ) で表現される。例えば曲げ形状では、原単位表は、板厚、長さ、幅の3次元の要素項目から表現される。

従って、工数見積りは、見積り要素値と工数原単位値とを見積り計算式に代入して求められる。

この工数見積りの計算過程は、工数見積り専用のソースプログラムとして作成されている。このソースプログラムは、記憶装置に予め記憶され、このソースプログラムを実行することによって工数見積りを求める。

しかしながら、工数見積りの計算過程がソースプログラムとして実装されているため、見積り計算式が変更される度にソースプログラムそのものを変更する必要がある。

製品の製造工程は、頻繁に見直しされて変更される。ワークを加工するとき、ワークを組み立てるときにも、加工の方法や組立方法が頻繁に見直される。このため、見積り計算式は、製造工程の変更に応じて書き替えられる。

しかしながら、工数見積りの計算過程を記述したソースプログラムそのものを変更することは困難である。

#### BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、見積り要素や原単位表、見積り計算式などの見積り基準の変更に依存することなく工数見積りができる工数見積り方法及びその装置並びに製品製造の見積り方法及びその装置を提供することを目的とする。

本発明の主要な局面によれば、製造工程を決めるのに必要な見積り要素を抽出すること、製造工程の各工程における工数の原単位値を示した原単位表から見積り要素に対応する原単位値を抽出すること、少なくとも四則演算ルールにより記述された見積り計算式を、予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に自動変換すること、書式に変換された見積り計算式に原単位値を代入して演算を行い、各工程の工数を求めること、を具備する工数見積り方法が提供される。

本発明の主要な局面によれば、製品の3次元CADモデルから製造工程を決めるのに必要な見積り要素を記憶した見積り要素データベースと、製造工程の各工程における工数の原単位値を記憶した見積り基準データベースと、見積り要素データベースから見積り要素を抽出する見積り要素抽出部と、少なくとも四則演算ルール

により記述された見積り計算式を予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に自動変換するソースプログラムを生成するソースプログラム生成部と、このソースプログラム生成部により変換された見積り計算式に、原単位表から抽出された原単位値を代入して各工程の工数を求める工数見積り部と、を具備する工数見積り装置が提供される。

本発明の主要な局面によれば、製造工程を決めるのに必要な見積り要素を抽出すること、見積り要素に基づいて製品製造の工程を設定すること、工程ごとの工数を見積もること、この見積もられた工数に加工レートを乗算し、材料費を加えてコストを算出すること、見積もられた工数及びコストに基づいて律速要因を評価分析すること、加工工程を変化させてコストシミュレーションを実行し、コストへの感度を分析し、製造工程設計を支援すること、具備する製品製造の見積り方法が提供される。

本発明の主要な局面によれば、製品の3次元CADモデルから製造工程を決めるのに必要な見積り要素を記憶した見積り要素データベースと、製造工程の各工程における工数の原単位値、及び少なくとも四則演算ルールにより記述された見積り計算式を記憶した見積り基準データベースと、予め工程設定の基準データが記憶されている工程設定基準データベースと、予め材料単価、購入品単価、加工レートが記憶されている加工レート材料費データベースと、見積り要素データベースから見積り要素を抽出する見積り要素抽出部と、この見積り要素抽出部により抽出された見積り要素に基づいて工程設計基準データベースを検索し、製造工程を設定する工程設定部と、見積り基準データベースに記憶されている見積り計算式を、予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に自動変換するソースプログラムを生成するソースプログラム生成部と、このソースプログラム生成部により変換された見積り計算式に、原単位表から抽出された原単位値を代入して工程設定部により設定された各工程の工数を求める工数見積り部と、この工数見積り部で見積もられた前記工数に前記加工レート材料費データベースに記憶されている前記加工レートを乗算し、材料単価に基づく材料費を加えてコストを算出するコスト見積り部と、工数見積り部により見積もられた工数及びコスト見積り部により算出されたコストに基づいて律速要因を評価分析するコスト

分析部と、加工工程を変化させてコストシミュレーションを実行し、コストへの感度を分析し、製造工程設計を支援するコストシミュレーション部と、を具備する製品製造の見積り装置が提供される。

本発明によれば、見積り要素や原単位表、見積り計算式などの見積り基準の変更に依存することなく工数見積りができる。

Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate presently preferred embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the preferred embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

図1は本発明の一実施の形態である工数見積り装置を適用した製品製造の見積り装置の全体構成図、

図2は同装置における見積り要素を示す模式図、

図3は同装置における工程設定基準データベースを示す模式図、

図4は同装置における見積り基準データベースを示す模式図、

図5は同装置における見積り基準データベースに記憶される原単位表を示す模式図、

図6は同装置における加工レート材料費データベースを示す模式図、

図7は同装置の見積りフローチャート、

図8は設計する板金の親部品と子部品とを示す図、

図9は同装置により作成される部品構成表を示す図、

図10は同装置により見積り計算式を実行可能な書式に変換した例を示す図、

図 1 1 は同装置により作成される部品コストのグラムを示す図、  
図 1 2 は同装置により作成される工程別コストのグラムを示す図、  
図 1 3 は同装置によるコストシミュレーションの例を示す図、  
である。

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

図 1 は製品製造の見積り装置の全体構成図である。3 次元 C A D 1 は、演算処理部 2、主記憶装置 3 及び C A D 表示部 4 を備える。主記憶装置 3 には、3 次元製品の設計データが記憶されている。このデータは、例えば P r o / E N G I N E E R データである。C A D 表示部 4 は、例えば C R T ディスプレイなどである。

3 次元 C A D 1 は、オペレータ Q との対話に応じて設計を処理し、製品の 3 次元 C A D モデルのモデリングを行なう。3 次元 C A D 1 は、オペレータ Q との対話と共に、モデリング中の 3 次元 C A D モデルを C A D 表示部 4 に表示する。

3 次元 C A D 1 は、3 次元 C A D モデルのモデリングにより 3 次元 C A D モデルデータを作成する。この 3 次元 C A D モデルデータには、3 次元 C A D モデル内の属性情報が付加される。

属性情報は、例えば板金加工の場合、丸穴、ダボ穴、タップ穴などである。例えば、C A D 表示部 4 に表示される 3 次元 C A D モデルには、穴の形状の図形情報が含まれる。この図形情報には、丸穴、ダボ穴、タップ穴などの属性情報が付加される。

3 次元 C A D 1 には、製品製造の見積り装置 1 0 0 が接続される。この製品製造の見積り装置 1 0 0 は、見積り要素データベース 5、工程設定基準データベース 6、見積り基準データベース 7、加工レート材料費データベース 8 及び見積り用プログラムメモリ 9 を備える。

3 次元 C A D 1 は、見積り要素データベース 5、工程設定基準データベース 6、見積り基準データベース 7 及び加工レート材料費データベース 8 に対してそれぞれデータの読み取り、書き込みを行なう。

3 次元 C A D 1 は、見積り用プログラムメモリ 9 に記憶されている製品製造の見積り用プログラムを処理する。見積り装置 1 0 0 は、見積り要素抽出部 1 0、

工程設計部 1 1、工数見積り部 1 2、コスト見積り部 1 3、コスト分析部 1 4 及びコストシミュレーション部 1 5 を有する。

見積り要素データベース 5 には、見積りに必要な見積り要素（見積りパラメータとも称する）が記憶される。この見積り要素は、見積り要素抽出部 1 0 により 3 次元 C A D 1 の主記憶装置 3 から抽出される。

図 2 は見積り要素データベース 4 の一例を示す模式図である。この見積り要素データベース 5 には、種別と見積り要素と取得値と単位との 4 つの項目に係るデータが対応して記憶される。種別には、例えば切断、板物、角パイプなどが記憶される。見積り要素には、例えば材質、長さ、幅などが記憶される。取得値は、見積り要素の値が記憶される。単位は取得値の単位である。

種別に記憶されている共通は、切断、板物、角パイプなど種別に関係なく、全ての種別に共通して使える一般的なことを示す。

取得値の空欄は、3 次元 C A D 1 から取得できなかった見積り要素を示す。この取得値の空欄には、オペレータ Q の操作により手動で見積り要素の値が記憶される。

工程設定基準データベース 6 には、予め工程設定の基準データが記憶される。図 3 は工程設定基準データベース 6 の一例を示す模式図である。工程設定の基準データは、例えば工程に対して材質、板厚、加工情報、穴数、曲げの情報が記憶される。工程には、例えば N P 抜き、N P 穴あけ、P B 曲げが記憶されている。例えば、N P 抜きの工程には、材質「S E H C」、板厚「3. 2」、加工情報「一般」が記憶されている。

見積り基準データベース 7 には、見積り計算式が記憶されている。図 4 は見積り基準データベース 7 の一例を示す模式図である。見積り基準データベース 7 には、例えば 3 種類の加工工程として N P（抜き）、N P（穴あけ）及び P B（曲げ）の各見積り計算式が記憶されている。

例えば、P B（曲げ）見積り計算式は、

工数＝曲げ取扱い時間〔板厚、長さ、幅〕＋（回数－1）×型替え単位時間である。

又、見積り基準データベース 7 には、図 5 に示す原単位表が記憶されている。

原単位表は、見積りの計算式で引用される。原単位表は、例えば曲げ取扱時間を表わす。この曲げ取扱時間は、板厚、長さ及び幅の３者の関係から求められる。この曲げ取扱時間は、〔板厚、長さ、幅〕により記述される。

加工レート材料費データベース 8 には、図 6 に示すように例えば材料単価、購入品単価、加工レートが予め記憶されている。

一方、見積り要素抽出部 10 は、3 次元 CAD 1 の主記憶装置 2 に記憶されている 3 次元 CAD モデルデータに付加されている属性情報を取得する。見積り要素抽出部 10 は、属性情報を 3 次元 CAD 1 内の拡張言語を用い、テキストデータとしてダウンロードし、図 2 に示す見積り要素を取得する。

工程設定部 11 は、見積り要素抽出部 10 により取得された見積り要素の値や有無で、図 3 に示す予め用意された工程設計基準データベース 6 を検索し、製品の製造工程を設定する。この工程を製品製造の加工工程に合わせて入れ替えることにより、板金、切削、組立などの全ての製造工程に対応できる。

工数見積り部 12 は、見積り基準データベース 5 に記憶されている図 4 に示す見積り計算式を演算して、工程設定部 11 により設定された製品の製造工程の工数を見積る。

工数見積り部 12 は、製品製造の見積り装置 100 に予め実装されたプログラミングルールを処理して工数を見積る。

工数見積り部 12 は、製造工程の工数を見積るとき、図 4 に示す見積り計算式を計算可能な書式に自動変換するプログラム自動生成部 16 を有する。

プログラム自動生成部 16 は、見積り用プログラムメモリ 9 に予め記憶されているプログラミングルールにより、見積り計算式を計算可能な書式に自動変換する。

プログラム自動生成部 16 は、製造工程を決める際に必要とされる図 2 に示す見積り要素と、図 5 に示す原単位表とを参照し、見積り計算式を演算して工数の見積りを行う。

プログラム自動生成部 16 は、第 1、第 2 及び第 3 のソースプログラム生成部 17、18、19 を有する。第 1 のソースプログラム生成部 17 は、図 4 に示す見積り計算式から見積り要素を抽出し、この見積り要素を予め実装されたプログ

ラミングルールで実行可能な書式に変換する第1のソースプログラムを生成する。

第2のソースプログラム生成部18は、図4に示す見積り計算式から原単位表を構成する見積り要素を抽出し、この見積り要素を予め実装されたプログラミングルールで実行可能な書式に変換し、かつ図4に示す見積り基準データベース7に記憶されている原単位表から原単位値を抽出する第2のソースプログラムを生成する。

第3のソースプログラム生成部19は、第1及び第2のソースプログラム生成部17、18によりそれぞれで生成された第1及び第2のソースプログラムに基づいて見積り計算式を、予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に変換する。

又、プログラム自動生成部16は、関数を含んで記述された見積り計算式を工数見積り装置に予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に変換する機能を有する。例えば、関数は、見積り要素が複数の場合、見積り計算式を計算し、それらの総和を求める。関数は、見積り要素名の数を数える。関数は、見積り要素名の種類を数える。関数は、見積り要素が複数の場合、その中の最大値又は最大値を得る。

見積り用プログラムメモリ9には、工程見積り部12を実行するためのプログラムが記憶されている。このプログラムは、次の各指令からなる。見積り計算式から見積り要素を抽出させる指令と、見積り要素を予め実装されたプログラミングルールで実行可能な書式に変換する第1のソースプログラムを生成させる指令と、見積り計算式から原単位表を構成する見積り要素を抽出させる指令と、見積り要素を予め実装されたプログラミングルールで実行可能な書式に変換させる指令と、見積り基準データベース7に記憶されている原単位表から原単位値を抽出して第2のソースプログラムを生成させる指令と、第1及び第2のソースプログラムに基づいて見積り計算式を、予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に変換させる指令とである。

コスト見積り部13は、工程見積り処理部12により見積もられた工数を受け、この工数に対して加工レート材料費データベース8に記憶されている加工レー



トを乗算し、材料単価及び購入品単価を加えてコストを見積もる。

コスト分析部 1 4 は、工数見積り部 1 2 により見積もられた工数及びコスト見積り部 1 3 により見積もられたコストに基づいて部品別コストの分析グラフ、工程別コストの分析グラフ、チェックリストを用いて律速要因を分析し評価する。そして、コスト分析部 1 4 は、コスト的にネックとなる要因や加工し易さの面での設計改善ポイントを指摘する。

コストシミュレーション部 1 5 は、設計諸元や製造方法、加工工程を変化させてコストシミュレーションを実行する。コストシミュレーション部 1 5 は、コストシミュレーション結果からコストへの感度を分析し、最適製法、最適工程設計を支援する。

次に、上記の如く構成された装置の作用について図 7 に示す見積りフローチャートに従って説明する。

3 次元 C A D 1 は、ステップ # 1 において、3 次元での製品の設計専用のプログラムを処理し、オペレータ Q との対話形式によって 3 次元 C A D モデルをモデリングしながら例えば板金の設計を行う。この板金は、図 8 に示すように親部品 2 0 と子部品 2 1 とからなる。

3 次元 C A D 1 は、オペレータ Q との対話とともに、3 次元 C A D モデルをディスプレイ等の C A D 表示部 1 1 に表示する。

3 次元 C A D 1 は、3 次元 C A D モデルデータに対して属性情報を付加する。この属性情報は、例えば板金加工であれば、穴の形状を示す図形情報に対して付加される丸穴、ダボ穴、タップ穴などである。

3 次元 C A D 1 を用いて板金を設計すると、3 次元 C A D 1 は、板金の 3 次元 C A D モデルを作成し、かつ図 9 に示す部品構成表を作成する。

部品構成表は、例えば 1 0 種類の子部品から構成される。この部品構成表は、図番、品名、材質及び重量の各データからなる。

次に、見積り要素抽出部 1 0 は、ステップ # 2、# 3 において、3 次元 C A D 1 において 3 次元 C A D モデルを作成する段階で、3 次元 C A D モデルデータに付加されている属性情報を見積り要素として取得する。

見積り要素は、板金加工の場合、上記した穴の形状を示す図形情報に対して付

加される丸穴、ダボ穴、タップ穴などである。

次に、見積り要素抽出部 10 は、ステップ # 4 において、抽出した見積り要素だけでは製造工程を特定するのに不十分である場合、オペレータ Q により不足しているパラメータを補足する。

見積り要素抽出部 10 は、3 次元 CAD 1 から抽出した見積り要素を見積り要素データベース 5 に記憶する。

次に、工程設定処理部 11 は、ステップ # 5 において、見積り要素抽出部 10 により取得した見積り要素の値や有無で、図 3 に示す工程設計基準データベース 6 を検索し、製品製造の工程を設定する。

この工程を製品製造の加工工程に合わせて入れ替えることにより、板金、切削、組立などの全ての製造工程に対応できる。

次に、設定された工程を確認し誤りがあれば、3 次元 CAD 1 は、ステップ # 6 において、オペレータとの対話形式によって工程の誤りなどが追加、修正される。

次に、工数見積り部 12 は、ステップ # 7 において、見積り基準データベース 7 に図 4 に示す見積り計算式と、図 5 に示す工数原単位表で用いられる見積り要素とが十分に取得できているかをチェックする。

これら見積り計算式と見積り要素とが取得されていなければ、工数見積り部 12 は、補足を促す警告を発する。

次に、工数見積り部 12 は、ステップ # 8 において、見積り要素が十分に取得できているか否かのチェックの結果、取得できていなければ、取得できるように補う。

次に、工数見積り部 18 は、ステップ # 9 において、見積り基準データベース 7 に記憶されている図 4 に示す見積り計算式を予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に自動変換する。

すなわち、第 1 のソースプログラム生成部 17 は、図 4 に示す見積り計算式から見積り要素を抽出し、この見積り要素を図 9 に示す標準ソースコード S を参照して予め実装されたプログラミングルールで実行可能な第 1 のソースプログラムを生成する。

見積り要素値取得の標準ソースコードSは、図2に示す見積り要素データベース5に記憶された見積り要素を参照するプログラムからなる。

図10に示す標準ソースコードSのXXX ( ) のうちXXXは変数を示す。この変数は、見積り要素である。見積り要素値取得の標準ソースコードSは、図2に示す見積り要素データベース5に記憶された見積り要素を参照して例えば書式XXX ( ) を取得するプログラムである。

例えば、見積り計算式が

工数=曲げ取扱い時間[板厚、長さ、幅]+(回数-1)×型替え単位時間  
の場合について説明する。

第1のソースプログラム生成部17は、上記見積り計算式から見積り要素(板厚、長さ、幅、回数、型替え単位時間)を抽出する。

次に、第1のソースプログラム生成部17は、これら見積り要素を、図2に示す見積り要素データベース5に記憶された見積り要素を参照して予め実装されたプログラミングルールで実行可能な第1のソースプログラムを生成する。

例えば、第1のソースプログラム生成部17は、上記見積り計算式から抽出した見積り要素(板厚、長さ、幅、回数、型替え単位時間)を、板厚 ( ) 、長さ ( ) 、幅 ( ) 、回数 ( ) 、型替え単位時間 ( ) の書式に変換する第1のソースプログラムを生成する。

従って、図10に示すように見積り要素データベース5を参照(検索)して板厚 ( ) の書式を得るプログラムと、見積り要素データベース5を参照(検索)して長さ ( ) の書式を得るプログラムと、見積り要素データベース5を参照(検索)して幅 ( ) の書式を得るプログラムと、見積り要素データベース5を参照(検索)して回数 ( ) の書式を得るプログラムと、見積り要素データベース5を参照(検索)して型替え単位時間 ( ) の書式を得るプログラムとが作成される。

このとき見積り計算式からの見積り要素の抽出は、四則演算子で記述された見積り計算式中の識別子 [ ] 、 ( ) や見積り要素名により抽出する。

次に、第2のソースプログラム生成部18は、第1のソースプログラム生成部17で変換された見積り要素のうち図5に示す原単位表を参照して原単位値を得るために必要な見積り要素を付加する。

次に、第2のソースプログラム生成部18は、図4に示す見積り計算式のうち原単位値を得るため要素項目を予め実装されたプログラミングルールで実行可能な第2のソースプログラムを作成する。

第2のソースプログラム生成部18は、図10に示す工数原単位値取得の標準ソースコードSを参照して第2のソースプログラムを作成する。この場合、標準ソースコードSは、図5に示す見積り基準データベース7に記憶された原単位表を参照するプログラムからなる。

図10に示す標準ソースコードSのy y y ( )、x x x ( )、x x x x ( )のうちy y y、x x x、x x x xは、それぞれ変数を示す。この変数は、見積り要素である。工数原単位値取得の標準ソースコードSは、原単位表を参照して例えば書式y y y ( )を取得するプログラムである。

例えば、第2のソースプログラム生成部18は、上記見積り計算式における曲げ取扱い時間[板厚、長さ、幅]について曲げ取扱い時間( )、板厚( )、長さ( )、幅( )の書式に変換するソースプログラムを生成する。

次に、第2のソースプログラム生成部18は、曲げ取扱い時間( )の原単位値を、図5に示す原単位表から切り出すソースプログラムを生成する。

原単位表は、板厚( )、長さ( )、幅( )からなる。従って、第2のソースプログラム生成部18は、板厚( )、長さ( )、幅( )に対応する曲げ取扱い時間( )の原単位値を切り出すソースプログラムを生成する。

この場合、第2のソースプログラム生成部18は、曲げ取扱い時間のソースプログラムが、板厚、長さ、幅の見積り要素を取得するソースプログラムをコールする形で生成される。

次に、第3のソースプログラム生成部19は、第1及び第2のソースプログラム生成部17、18によりそれぞれ生成された第1及び第2のソースプログラムを実行することで、見積り計算式を予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に変換する。

例えば、図10に示すように上記見積り計算式、

工数=曲げ取扱い時間[板厚、長さ、幅]+(回数-1)×型替え単位時間  
は、予め実装されたプログラミングルールで実行可能な見積り計算式

工数＝曲げ取扱い時間（）＋（回数（）－１）×型替え単位時間（）  
に変換される。

この結果、工程見積り処理部１２は、製造工程を決める際に必要とされる図２に示す見積り要素と図５に示す原単位表とを参照し、上記プログラミングルールで実行可能に変換された見積り計算式を演算して工数の見積りを行う。

次に、コスト見積り部１３は、ステップ＃１０において、工数見積り部１２により見積もられた工数をオペレータＱによって確認させ、誤りがあれば、オペレータＱの操作を受けて見積り要素の値や見積り基準を見直し、再度工数を見積もる。

次に、コスト見積り部１３は、ステップ＃１１において、工数見積り部１２により見積もられた工数を受け、この工数に対して図６に示す加工レート材料費データベース８に記憶されている加工レートを乗算し、材料単価及び購入品単価を加えてコストを見積もる。

例えば、部品構成表の図番「７」の部品では、次の通り計算される。

$$\begin{aligned}\text{加工費} &= \text{加工工数} \times \text{加工レート} \\ &= (\text{段取り} + \text{加工}) \times \text{加工レート} \\ &= (0.16 \text{ h} + 0.012 \text{ h}) \times 10000 \text{ 円/h} \\ &= 1720 \text{ 円}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{材料費} &= \text{重量} \times \text{材料単価} \\ &= 0.15 \text{ kg} \times 78 \text{ 円/kg} \\ &= 13 \text{ 円}\end{aligned}$$

$$\text{購入品} = 0 \text{ 円}$$

$$\begin{aligned}\text{コスト} &= \text{加工費} + \text{材料費} + \text{購入品} \\ &= 1720 \text{ 円} + 13 \text{ 円} + 0 \text{ 円} \\ &= 1733 \text{ 円}\end{aligned}$$

次に、コスト分析部１４は、ステップ＃１２において、工数見積り部１２により見積もられた工数及びコスト見積り部１３により見積もられたコストに基づいて図１１に示す部品別コストの分析グラフ、図１２に示す工程別コストの分析グラフ、及びチェックリストを作成する。

オペレータQは、これら部品別コストの分析グラフ、工程別コストの分析グラフ、チェックリストを用いて律速要因を分析し評価する。オペレータQは、評価の結果からコスト的にネックとなる要因や加工し易さの面での設計改善ポイントを指摘できる。

従って、コスト分析部20は、製品の3次元CADモデルデータを作成する3次元CAD1側のオペレータQに対し、例えばコスト的にネックとなる要因や加工し易さの面での設計改善ポイントをフィードバック情報として与える。

次に、ステップ#13において、上記工数及びコスト見積り結果とコスト分析結果とを見ながら、設計部門と製造部門との間で、コストダウン、加工し易さなどの面でのデザインレビューが実施され、設計諸元に迅速にフィードバックする。

次に、コストシミュレーション部15は、図13に示すように設計諸元や製造方法、加工工程を変化させてコストシミュレーションを実行することで、コストへの感度を分析し、最適製法、最適工程設計を支援する。

例えば図13は、横軸をロットサイズ、縦軸をコストとしてロットサイズのコストへの感度をシミュレーションした例を示す。横軸をロットサイズ以外に板金に例えれば、板厚、材質、溶接長さなど設計諸元を変化させることで、どの要因がコストに最も敏感かを分析できる。

このように上記一実施の形態においては、製造工程を決めるのに必要な見積り要素を抽出し、製造工程の各工程における工数の原単位値を示した原単位表から見積り要素に対応する原単位値を抽出し、少なくとも四則演算ルールにより記述された見積り計算式を、予め実装されたプログラミングルールにより計算可能な書式に自動変換し、この変換された見積り計算式に原単位値を代入して演算を行って各工程の工数を求める。

従って、製品の製造工程や加工、組立などは、頻繁に見直しされて変更されるものであり、これに伴って見積り要素、工数原単位、見積り計算式が頻繁に見直しされて変更される。

これら見積り要素、工数原単位、見積り計算式が変更になっても、製品製造の見積り装置100に予め実装されたプログラミングルールの変更が不要となる。

これによって製品製造の見積り装置 100 のプログラミングルールが見積り基準に依存しないものとなり、見積り基準を変更するだけで工数見積りが実現可能となる。

従って、上記一実施の形態によれば、見積り要素や原単位表、見積り計算式などの見積り基準の変更に依存することなく工数見積りができる。

又、上記一実施の形態においては、製造工程を決めるのに必要な見積り要素を抽出し、見積り要素に基づいて製品製造の工程を設定し、工程ごとの工数を見積もり、この見積もられた工数に加工レートを乗算し、材料費を加えてコストを算出し、見積もられた工数及びコストに基づいて律速要因を評価分析し、加工工程を変化させてコストシミュレーションを実行し、コストへの感度を分析し、製造工程設計を支援する。

従って、従来の見積り方法の課題であった見積り期間、精度を解決でき、設計部門に対してのコスト回答遅れ、目標コスト未達による設計のやり直しに対する未然な対策ができる。

さらに、コスト分析部 14 により製品の 3 次元 CAD モデルを作成する 3 次元 CAD 1 に対し、コスト的にネックとなる要因や加工し易さの面での設計改善ポイントをフィードバック情報として与えることができる。これにより、コスト律速要因の指摘やコストシミュレーションによる最適製法・最適加工工程の設計をも支援が可能となる。

従って、製品開発の上流段階で、設計者自らが短時間にしかも高精度でコストを試算でき、新製品立ち上げ期間を大幅に短くできる。

上記一実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示されている複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出できる。例えば、実施形態に示されている全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出できる。

上記一実施の形態において記載した手法は、コンピュータに実行させることのできるプログラムとして、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、

半導体メモリなどの記憶媒体に書き込んで各種装置に適用することが可能である。本発明を実現するコンピュータは、記憶媒体に記憶されたプログラムを読み込み、このプログラムによって動作が制御されることにより、上述した処理を実行するものである。

本発明は、製品や工程に限定されず、加工、組立などの製造の全分野に適用可能である。

Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details and representative embodiments shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.